Beiträge zur Kenntniss der Darmbewegungen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

Hohen medicinischen Fakultät

der

Grossherzoglich Hessischen Ludwigs-Universität zu Giessen

vorgelegt von

K. Ph. Theodor Raiser
approb. Arzt aus Worms
ehem. Assistenten am physiologischen Institut zu Giessen.

Worms a. Rh. 1895.
Druck von A. K. Boeninger.

Seinem lieben Onkel und Pathen

Herrn **John Theodore Merz**

Dr. philos. (Göttingen) D. C. L. (Durham)

in warmer Verehrung

zugeeignet

vom

Verfasser.

Seitdem Sanders-Ezn und van Braam-Houckgeest[1]) gezeigt haben, dass man durch Eröffnung der Bauchhöhle von Thieren unter physiologischer Kochsalzlösung bei Körpertemperatur die Einwirkung der äusseren Reize auf den Darm mit Erhaltung der wesentlichen Eigenschaften des letzteren vermeiden könne, ist von mehreren Autoren den Bewegungen des Darmtractus grössere Aufmerksamkeit geschenkt, und durch eine Reihe von Arbeiten unsere Kenntniss von den Darmbewegungen vermehrt worden. Ein vollständiges Verständniss derselben ist jedoch noch nicht erzielt.

Mehrere Wahrnehmungen, die ich machte bei der Demonstration einiger der neueren Ergebnisse über die Darmbewegungen unter Kochsalzlösung, welche während des Sommer-Semesters 1894 im hiesigen physiologischen Institut mit den Practicanten vorgenommen wurden, gaben mir Veranlassung, mich weiter und genauer mit den Darmbewegungen zu beschäftigen, als ich es bis dahin gethan hatte.[2])

Ein Theil meiner Beobachtungen bezieht sich auf die Verification früherer Angaben. Diese habe ich zwar vorzugsweise im Interesse der Vervollständigung und Sicherung meiner eigenen Kenntnisse in der fraglichen Beziehung unternommen, aber ihre Mittheilung hat doch immerhin die Bedeutung einer Abstimmung auf eigene Beobachtungen hin bezüglich einiger umstrittener Fragen. Ein anderer Theil enthält neue Beobachtungen, die ich gemacht habe. In der Darstellung

[1]) Pflüger's Archiv Bd. VI p 266 ff. 1870.

[2]) Die Arbeit ist im physiologischen Institut der Universität Giessen ausgeführt worden.

kann ich beide Theile nicht trennen; der Kundige erkennt dieselben leicht.

Das Folgende ist ein Bericht des Thatsächlichen, was ich erkannt zu haben glaube. Die Angaben beziehen sich fast ausschliesslich auf das Kaninchen und vorzugsweise auf den Dünndarm desselben. Der Dickdarm wurde nur gelegentlich berücksichtigt. Einige wenige Beobachtungen wurden am Darm der Katze gemacht.

Normale Bewegungen der Gedärme.

Die Beobachtung der Gedärme geschah im Allgemeinen nach dem von Sanders-Ezn, van Braam-Houckgeest[1]) und Jacobj[2]) angegebenen Verfahren. Ich habe nur noch in dem Zinkkasten zwei Stäbe entlang der beiden Längsseiten des Kastens in einiger Entfernung von jenen und vom Boden anbringen lassen. Der Zweck derselben ist, es zu ermöglichen, dass man nach Eröffnung der Bauchhöhle durch Gewichtshaken, deren Schnüre unter den Stäben hergeführt werden, einen nahezu wagrechten Zug auf die Bauchdecken der eröffneten Bauchhöhle nach aussen ausüben kann, wodurch die Beobachtung der Gedärme in grösserer Ausdehnung ermöglicht und erleichtert wird. Das Zurückhalten der an die Oberfläche aufsteigenden Darmschlingen kann man auf die von Jacobj angegebene Art[3]) mittelst einer auf Korkstopfen schwimmenden Glasplatte vornehmen, man übersieht aber dabei nur eine geringere Anzahl von Darmschlingen, und es bleibt für die meisten Beobachtungen nichts Anderes übrig, als mit der Hand, die entweder direct auf den Darm oder auf das Mesenterium leicht aufgelegt wird, die aufsteigenden Schlingen zurückzuhalten, wobei natürlich Druck und Zug nach Möglichkeit zu vermeiden sind.

Auffällig ist es, dass keiner der seitherigen Beobachter

---

[1]) l. c. p. 267. [2]) Arch. f. exper-Path. u. Pharm. XXIX p. 173. 1892.
[3]) l. c. p. 174.

die Frage betont und besprochen hat, welche Bewegungsformen an dem unter Kochsalzlösung blosgelegten Darm ohne Reizeinwirkung auf denselben überhaupt beobachtet werden. Es werden wohl gewisse Bewegungsformen als dem Dünndarm zukommend erwähnt und beschrieben, aber man kann aus den Beschreibungen nicht klar ersehen, ob solche allein oder auch noch andere dem Darm normal zugeschrieben werden. Ich habe über diesen Punkt Folgendes gesehen.

Was zunächst den Dünndarm anbelangt, so ist sowohl beim Darm des Hungerthieres, als auch bei dem des gefütterten Thieres im gesunden, normalen Zustand nur eine Art von Bewegungen zu sehen. Diese stellt sich als eine wogende dar. Sie besteht, nach dem Augenschein zu urtheilen, hervorragend aus abwechselnden Zusammenziehungen und Erschlaffungen einzelner Abtheilungen der Längsmuskulatur des Darms. Hierbei hat es bald den Anschein, als ob bei kürzeren oder längeren Darmabschnitten die Zusammenziehungen von beiden Seiten her in entgegengesetzter Richtung nach einem Punkte hin erfolgen, wobei der letztere für eine gewisse Zeit eine constante Lage hat oder diese auch wechselt, bald auch, als ob es eine abwärts fortschreitende Zusammenziehung kurzer Abschnitte der Längsmuskulatur sei. Die Bewegungen sind sämmtlich so klein und in ihren Einzelheiten ohne weitere Hilfsmittel so unsicher wahrnehmbar, dass es in Verbindung mit dem Umstand, dass sie mehrfacher Art zu sein scheinen, noch mancher Bemühungen bedürfen wird, sie in ihren Einzelheiten vollständig aufzufassen. Man begegnet den Bewegungen an scheinbar ganz leeren Schlingen und an gefüllten, und ebenso oft fehlen sie an beiden. Bisweilen ist eine Schlinge in deutlicher Bewegung, während eine andere, gleichbeschaffene, nur wenige Centimeter davonliegende sich in kaum merkbarer Bewegung oder in Ruhe befindet. Auch habe ich zu derselben Zeit mässig gefüllte Schlingen ruhig, zusammen gefallene in Bewegung gesehen.

Diese Art der Bewegungen habe ich nie vermisst. Auch bei Kaninchen, die 6—7 Tage gehungert hatten, ist es mir

nie gelungen, eine vollständige Ruhe des Darms zu beobachten, ebensowenig wie ich je den Darm eines Hungerthieres (bis zu 6 Tagen) vollständig leer gefunden habe. Es muss allerdings mit Jacobj gesagt werden, dass im Allgemeinen der Darm eines Hungerthieres, verglichen mit dem eines eben vom Futter genommenen, verhältnissmässig leer und ruhig gefunden wird, aber kleine Bewegungen in dem obenerwähnten Sinne habe ich trotzdem in allen Fällen beobachtet. Erwähnt sei noch, dass unter meinen Fällen sich auch 3 Fälle finden, (einer bei einem seit 6 Tagen im Hungerzustand befindlichen, die beiden anderen bei gefütterten Thieren) in denen vor der Eröffnung der Bauchhöhle die beiden Nn splanchnici von hinten nach der von Eckhard angegebenen Methode aufgesucht und durchschnitten waren. Auch in diesen Fällen zeigten sich noch undulatorische Bewegungen. Sie konnten nicht auf etwaige vorhergegangene Manipulationen am Darm, wie sie bei der Splanchnicustrennung innerhalb der Bauchhöhle unvermeidlich sind, bezogen werden. Ferner muss hinzugefügt werden, dass in Fällen, wo das Thier direct vom Futter weggeholt und untersucht wurde, ich verschiedene Male einen auffallend leeren und ruhigen Dünndarm beobachtet habe. Scheinbare Leere und Fülle einer Darmschlinge sind also nicht die alleinigen Bedingungen des Fehlens oder des Vorhandenseins dieser Bewegungen an ihr. Da ein scheinbar leerer Darm an verschiedenen Stellen doch noch einen verschiedenen, äusserlich nicht merkbaren Inhaltsrest besitzen kann, so ist möglicher Weise dadurch Ruhe oder Bewegung mitbedingt. Man kann aber, den Inhalt zweier Darmschlingen sich in jeder Beziehung gleich gedacht, begreifen, wie ihr Bewegungszustand doch ein sehr verschiedener sein kann, insofern nämlich der die Bewegung bedingende Apparat sich in sehr verschiedenen Zuständen der eigenen Empfindlichkeit und Anregung befinden kann, wie sich z. B. daraus ergibt, dass man die Ruhe einer Darmschlinge ohne weitere Aenderung ihres Inhaltes durch Vagusreizung nach Splanchnicusdurchschneidung unterbrechen kann.

Für den Fortschritt des Darminhalts reichen wohl die periodischen Nachschübe aus dem Magen und die geringen translatorischen Bewegungen, die aus den undulierenden hervorgehen, aus. Dass aber in der That durch diese letzteren Bewegungen allein der Inhalt des Darms fortbewegt werden kann, davon habe ich mich in verschiedenen Fällen durch Beobachtung des Fortrückens des Inhalts mässig gefüllter Darmschlingen überzeugt. Ich habe ferner eine leere Schlinge nach oben, d. h. nach dem Magen hin, abgebunden und dann in dieselbe eine bescheidene Menge einer verdünnten Kleisterlösung eingespritzt. Dadurch wurden die undulierenden Bewegungen zwar vermehrt, es entstanden aber keine anderen, im Typus von ihnen abweichenden Bewegungsformen. Auch hier habe ich den Inhalt unter denselben undulierenden Bewegungen fortschreiten sehen, wo doch eine vis a tergo durch die Unterbindung vollständig ausgeschlossen war. Das Fortschreiten des Inhalts erfolgt allerdings langsam.

Da ich bei diesen ersten Studien darauf verzichtet habe, eine allen Ansprüchen genügende Beschreibung der undulierenden Bewegungen zu geben, so bin ich auch nicht in der Lage, klar anzugeben, wie man sich die Translation des Inhalts durch die undulierenden Bewegungen vorzustellen habe.

Ich habe viele Male den Dünndarm vom Futter weggenommener und gehungerter Kaninchen mit und ohne Splanchnicussection bis zu $1^1/_2$ Stunden beobachtet und niemals eine andere als die beschriebene Bewegungsart gesehen, so dass ich es für mehr denn wahrscheinlich halten muss, dass unter normalen Umständen am Darm des Kaninchens[1]) keine andere Bewegungsart vorkommt. Man findet auch niemals Zeichen oder Spuren, die von anderen vorausgegangenen Bewegungen hinterlassen worden wären, wie dies beim Dickdarm und Mastdarm so häufig beobachtet wird. Die genannte Bewegungsform ist wohl auch diejenige, welche dem Hauptzweck der Dünndarmverdauung, nämlich der chemischen Umwandlung

[1]) Wie beim Kaninchen habe ich es auch bei der Katze gesehen.

der Nahrungsmittel und der Resorption, am vollkommensten entspricht. Jede den Darminhalt rasch abwärts treibende Bewegung würde jenem Zweck zuwider sein. Es ist daher wohl angezeigt, sich die normalen Bewegungen des Dünndarms nur in dem beschriebenen Typus vor sich gehend zu denken, insbesondere sich nicht, wie manche thun, vorzustellen, dass gröbere Einschnürungen vorkämen, welche, sich abwärts fortpflanzend, den Inhalt vor sich hertrieben. Kommen andere Bewegungsformen am Dünndarm vor, so sind diese Folgen aussergewöhnlicher Umstände, als da sind: ungebührliche Entleerungen des Magens,[1]) den Darm treffende fremde Reize, abnorme Reizzustände des Darms und seiner Nerven, wie dies aus den weiteren Mittheilungen noch hervorgehen wird. Van Braam-Houckgeest beschreibt die erwähnten undulatorischen Bewegungen,[2]) die er pendelförmig nennt, gleichfalls als normale Darmbewegungen, aber ich habe aus seiner Darstellung nicht den Eindruck empfangen, als gehe er darauf aus, die Lehre aufzustellen und zu begründen, dass diese Form die einzig normale Bewegungsform des Dünndarms ist.

Anders verhalten sich die spontanen Bewegungen des Dickdarms. Das Coecum, das bekanntlich beim Kaninchen eine beträchtliche Grösse hat, ist unter normalen Verhältnissen in Ruhe. Ohne Einfluss von Nervenreizungen habe ich gröbere, mit blossem Auge wahrnehmbare Bewegungen an diesem Darmtheil in keinem Falle auftreten sehen. Dies schliesst nicht aus, dass an ihm Erregungen seiner Muskulatur vorkommen, die einen Druck auf den Inhalt ausüben, aber wegen des starken Füllungszustands sich für gewöhnlich nicht als Formveränderung der Muskelfaser zu erkennen geben. Anders das Colon. An diesem muss man zwei Theile unterscheiden. Den oberen Theil, an dem die Taenien noch deutlich ausge-

[1]) Die normalen Entleerungen des Magens in das Duodenum sind, wie man häufig genug zu beobachten Gelegenheit hat, so mässig, dass sie am Duodenum keine gröberen Einschnürungen hervorrufen.

[2]) l. c. p. 270 ff.

prägt sind, und den unteren, dessen Wand dünner ist, und an dem keine der Taenien mehr zu sehen ist. An jenem kommen die bekannten Haustra vor, an diesem fehlen sie.

Was den oberen Theil betrifft, so fällt, falls man ihn in Bewegung sieht — denn auch hier begegnet man, wie beim Dünndarm, verschieden wechselnden Zuständen der Ruhe und Bewegung — an ihm eine Art feiner, krauser Bewegungen auf, die aber einen etwas anderen Bewegungsmodus als die des Dünndarms zu zeigen scheinen. Sie setzen ihrer klaren Auffassung dieselben Schwierigkeiten entgegen wie die undulierenden Bewegungen des Dünndarms, so dass ich auch von ihnen eine definitiv giltige Beschreibung zur Zeit nicht geben kann. Es müssen für ihr Verständniss, ebenso wie für das derjenigen des Dünndarms neue Methoden geschaffen werden. Sie bestehen im Allgemeinen in abwechselnden Inhaltsverengerungen und Erweiterungen der einzelnen Haustra, wobei die Bewegungszustände bald von der einen, bald von der anderen Seite über die Länge jener fortschreiten. Es schliessen sich aber diese Bewegungen eines Haustrums in den mannigfaltigsten Formen an die Nachbarschaft an, was zu Entziffern die Aufgabe weiterer Untersuchungen ist. Da sich in diesem ersten Theile des Colons allmählig eine Sonderung des Inhalts in einzelne Kothballen anfängt zu vollziehen, so müssen wohl neben den beschriebenen Bewegungen noch gröbere Einschnürungen durch die Quermuskulatur vorkommen. Die erwähnten feineren Bewegungen haben wohl, wie die undulierenden Bewegungen des Dünndarms den Zweck, der Resorption zu dienen, denn der Anfangstheil des Colons ist viel blutreicher als der Rest, und der breiig in denselben eintretende Darminhalt tritt in feste, runde Ballen geformt aus.[1])

An dem Theile des Colons, wo zunächst zwei der Taenien sich verlieren und eine Strecke weiter auch die dritte, ver-

[1]) Es ist nicht undenkbar, dass eine spätere Untersuchung ergibt, dass man es in beiden Fällen im Grunde mit einem und demselben Bewegungsmechanismus zu thun hat.

schwindet und in welchem man allmählig die einzelnen Kothballen sich noch schärfer als bisher von einander trennen sieht, ist eine von der beschriebenen vollständig verschiedene Art von spontanen Bewegungen zu bemerken. Hier sieht man einzelne ringförmige Einschnürungen, die sich auf die ganze Peripherie des Darms erstrecken und, tief einschneidend, das Darmlumen verengern. Dieselben können der Länge nach eine sehr verschiedene Ausdehnung annehmen, und zwar geschieht ihre Fortpflanzung immer in der Richtung gegen den Anus zu. Gewöhnlich findet eine solche Einschnürung ihr Ende an der nächsten Stelle, an der eine grössere Anzahl von Kothballen oder eine grössere Menge gasförmigen Inhalts angehäuft ist. Dieser Inhalt wird auch durch dieselbe Bewegungsform weiter fortbewegt. Gelegentlich der erwähnten Einschnürungen wird der Mastdarm ausserordentlich blass und erhält das Aussehen eines Federkiels oder auch eines Spulwurms. Die Einschnürungen reichen auch zur Kothentleerung ohne Mitwirkung der Bauchpresse vollkommen aus, was daraus hervorgeht, dass ich in den verschiedensten Fällen Kothentleerungen bei geöffneter Bauchhöhle beobachtet habe.

Es wird interessant sein zu erfahren, wie sich die Bewegungen des Darms bei Thieren gestalten, denen der Magen ohne und mit einem Stück Dünndarm exstirpiert worden ist.

Einfluss der Aenderung der Circulation auf die normalen Darmbewegungen.

Ich spreche hier nur von dem Einfluss, welchen die Unterdrückung des Kreislaufs nach den Gedärmen auf die Bewegungen dieser hat. Die früheren, aus der Zeit vor Anwendung des Kochsalzbades stammenden Angaben gehen auseinander. Schiff,[1]) Krause,[2]) S. Mayer u. v. Basch[3]) und Nasse[4]) sind zu der Ansicht gekommen, dass der er-

[1]) Froriep's Tageberichte; Juni 1851.
[2]) Diss. Berlin 1862 und Heidenhain's Studien II p. 31.
[3]) Wiener Sitzungsberichte Bd. 67 Abth. II 1870.
[4]) Beiträge zur Physiologie der Darmbewegungen p. 32 Lpzg. 1866.

wähnte Einfluss anregend auf die Darmbewegungen wirke, während andererseits Martin[1]) und Beetz[2]) diese Beobachtungen nicht bestätigen konnten. Van Braam-Houckgeest[3]) der erste, der in dieser Richtung Versuche unter Kochsalzlösung anstellte, und, soviel mir bekannt, der einzige, der darüber Angaben macht, schloss sich der letzteren Meinung an. Er spricht sogar aus, dass unter Umständen bestehende Bewegungen durch die Unterdrückung des Kreislaufs zur Ruhe gebracht werden können.

Es ist bei der Anstellung der bezüglichen Versuche auf folgende Umstände zu achten. Die verschiedenen Dünndarmabtheilungen können zu verschiedenen, selbst kürzer aufeinanderfolgenden Zeiten, auch wenn scheinbar sich alles gleich bleibt, in verschiedenen Bewegungszuständen sein. Das ist zwar nicht immer so, aber es kann doch so sein. Am Hungerthier ist diese Aenderung weniger bemerkbar, beim anderen aber kommt sie mehrfach vor. Dieselbe tritt häufiger ein, wenn an den Schlingen mehr oder weniger herumhantiert wird, selbst wenn dies nicht in gröberer Weise geschieht. Noch häufiger entsteht sie, wenn solche Manipulationen durch längere Zeit hindurch vorgenommen werden, und namentlich durch Operationen in der Gegend des Magens, wie dies in unserem Falle unvermeidlich ist, aus diesem Inhalt in den Darm übertritt. Ist die Menge desselben klein, so ändert sich nur die Lebhaftigkeit und Ausdehung der undulierenden Bewegungen, ist sie grösser, so können dadurch kürzere oder längere spulwurmförmige Einschnürungen (s. u.) entstehen. Letzteres ist mir einmal in sehr auffallender Weise beim Hungerthier begegnet, als ich die Ligaturen eben um die Aorta etc. herumgeführt, aber noch nicht zugeschnürt hatte und bei dieser Manipulation durch unvorsichtigen Druck auf den Magen ein ungewöhnlich grosser Theil seines Inhalts in das Duodenum übertrat. Was würde ich geschlossen haben,

[1]) In.-Diss. Giessen 1859.

[2]) Zeitschrift für rationelle Medizin II (1) p. 239; 1851.

[3]) l. c. p. 277.

wenn letzteres bereits geschehen gewesen wäre! Endlich ist zu bemerken, dass die Bewegungen, welche man nach Unterbrechung des Kreislaufs sieht, nur in der Erinnerung mit denen von vorher verglichen werden. Täuschung ist dabei möglich. Daraus sind folgende Regeln für die Anstellung der Versuche zu entnehmen. Man wähle ein Hungerthier, schliesse das Duodenum am Magenende, bereite die zu unterbindenden Gefässe[1]) bis auf die letzte Zuschnürung derselben vor, sehe sich noch einmal den Bewegungszustand unter Controlle eines anderen verlässlichen Beobachters an, vollziehe die Zuschnürung und überzeuge sich nach den neuerdings am Darm gemachten Beobachtungen durch Anschneiden verschiedener Darmarterien, dass die Unterbrechung des Kreislaufs vollständig war. Rathsam ist es noch, vorher die Nn splanchnici zu durchschneiden, um etwaige Hemmungswirkungen derselben auszuschliessen. In Fällen, wo ich möglichst streng nach diesen Regeln verfuhr, habe ich nach den Zuschnürungen der Gefässe in Zeiten bis zu einer halben Stunde keine nennenswerthe Aenderung in den Darmbewegungen entstehen sehen. In anderen, in denen ich nicht so streng verfahren, also entweder das Duodenum nicht unterbunden hatte, oder die Aorta durch Druck mit dem Finger oder Klemme abwechselnd schloss und freigab, habe ich wohl lebhaftere undulierende Bewegungen nach Unterdrückung des Kreislaufs beobachtet; dieselben waren aber im Allgemeinen gering, und, was besonders zu betonen ist, bestanden dieselben niemals in anderen Formen der Zuzammenziehung, wie etwa in gröberen Einschnürungen. Was ich in den zuletzt erwähnten Fällen an Zunahme der Bewegungen gesehen habe, kann ich nicht mit voller Sicherheit allein auf den Aortenschluss beziehen. Hervorzuheben ist noch, dass alle hier angeführten Beobachtungen sich nur auf die erste Zeit nach Eröffnung der Bauchhöhle beziehen. Dass bei Versuchen, die sich auf eine längere Zeit als $^3/_4$—1 Stunde erstrecken,

[1]) Nämlich den Anfang der Bauchaorta, die A. coeliaca, die beiden Aa. mesentericae (sup und inf.) und das Ende der Aorta abdominalis.

die dann veränderten Erregbarkeitsverhältnisse des Darms ändernd auf die Versuchsresultate wirken können, werden wir weiter unten sehen.

Ich stimme also mit Martin, Beetz und van Braam Houckgeest. Nur von der Angabe des letzteren, dass bestehende Bewegungen unterdrückt werden könnten, habe ich mich noch nicht überzeugen können. Mich hindert vor allen Dingen hieran die schon mehrfach erwähnte Erfahrung, dass auch ohne jede äussere Einwirkung vorher in Bewegung befindliche Darmschlingen ganz kurze Zeit darauf in vollständige Ruhe übergehen können.

Einfluss der Aenderung der Respiration auf die normalen Darmbewegungen.

Was den Einfluss der veränderten Respiration betrifft, so habe ich nur den Einfluss der Dyspnoë in Betracht gezogen. Vor dem Einbringen des Thieres ins Kochsalzbad wurde in die eröffnete Trachea eine Kanüle eingebunden, welche am freien Ende ein Stück Kautschukrohr trug. Nach dem Einbringen in das Bad und der Eröffnung der Bauchhöhle wurde das Rohr durch eine gut schliessende Klemme verschlossen. Man kann bei diesen Versuchen auf andere Erscheinungen rechnen, als bei denen, die nur in der Sistierung des Kreislaufs bestehen, weil Erregungen der Vagi und Splanchnici mittelst des dyspnoïschen Zustandes der Centralorgane denkbar sind. Alle Versuche über die Einwirkung der Dyspnoë auf die Darmbewegungen sind unmittelbar nach Einbringung des Thieres ins Bad und Eröffnung der Bauchhöhle ausgeführt worden. Ueber die Wirkung der Dyspnoë in späterer Zeit habe ich keine Versuche angestellt.

Vollkommen brauchbare Beobachtungen sind nur in den Perioden vor und nach den dyspnoïschen Bewegungen zu machen. Während des Ablaufs derselben ist man durch diese selbst und die durch sie entstehenden Wasserwellen an der

genauen Beobachtung gehindert. Doch würden sich gröbere Aenderungen, wie namentlich das Entstehen schlauchförmiger Zusammenschnürungen, erkennen lassen. Bis zum Eintritt der dyspnoïschen Körperbewegungen ist eine wesentliche Aenderung der undulierenden Darmbewegungen und auch das Auftreten einer anderen Bewegungsform nicht zu beobachten.

In sämmtlichen Fällen habe ich nach Ablauf der heftigen dyspnoïschen Körperbewegungen eine Zunahme der undulierenden Bewegungen des Dünndarms beobachtet. In Bezug auf das Resultat war es vollkommen gleichgültig, ob vorher die Nn splanchnici durchschnitten waren oder nicht, ob das Duodenum vorher am oberen Ende unterbunden war oder nicht, ob ich es mit einem Hungerthier zu thun hatte oder mit einem eben vom Futter weggenommenen. Diese undulierenden Bewegungen nehmen zwar von Zeit zu Zeit etwas zu oder ab, es war jedoch in der Regel bei Beobachtungen bis zu 25 Minuten nach den letzten Körperbewegungen und bis zu 10 Minuten nach Aufhören des Herzschlags keine andere Bewegung zu sehen.

Ausgenommen hiervon ist nur ein einziger Fall bei einem Thiere, welches nicht gehungert hatte. In diesem war das Duodenum vorher am oberen Ende unterbunden und die Nn splanchnici durchschnitten worden. 50 Secunden nach Abklemmung der Trachea traten dyspnoïsche Körperbewegungen auf, die im ganzen 70 Secunden andauerten. 5 Secunden nach Aufhören der Krämpfe zeigte sich eine spulwurmförmige Einschnürung hinter einem mit Darminhalt gefüllten Darmabschnitt, die magenafterwärts, den Inhalt vor sich hertreibend, sich fortpflanzte und etwa 5 Secunden anhielt. Nach weiteren $1^1/_2$ Minuten zeigte sich von neuem eine solche Einschnürung, die sich ebenfalls abwärts fortpflanzte und nahezu $^1/_2$ Minute anhielt; eine dritte eine weitere Minute später; von da an nur heftige undulatorische Bewegungen an allen Theilen des Darms.

Die vermehrten undulatorischen Bewegungen des Darms am Ende der dyspnoïschen Erscheinungen kann man auffassen entweder als bedingt durch die Insulte, welche die Gedärme durch die heftigen Körperbewegungen erfahren haben, oder als erzeugt durch centrale Vagierregung während des Erstickens, oder auch als hervorgegangen aus beiden Ursachen. Es ist schwer, ohne eine grössere Anzahl modificierter Versuche, als mir zur Zeit zu Gebot steht, hierüber zu entscheiden. Ich bin aber nicht abgeneigt, eine Erregung der Vagi bei diesen Erscheinungen mit anzunehmen; denn wenn vor der Einleitung der Dyspnoë die Vagi durchschnitten sind, bekommt man den Eindruck, als ob die undulierenden Bewegungen nicht mit der Lebendigkeit auftreten, als bei intacten Vagis, auch dann, wenn zuvor die Nn splanchnici durchschnitten worden sind.

Auf die mögliche Entstehungsursache der in dem einen erwähnten Falle aufgetretenen spulwurmförmigen Zusammenziehungen komme ich weiter unten zu sprechen (S. 26) und muss daher mein Urtheil vorläufig dahin abgeben, dass in der Regel der dyspnoïsche Zustand nur eine Vermehrung der undulatorischen Darmbewegungen bedingt, dass es jedoch auch vorkommen kann, dass in diesem Zustande sich spulwurmförmige Einschnürungen zeigen, die sich dann magenafterwärts fortbewegen.

Der Darm auf Reizung seiner Substanz.

Bei den Versuchen über die Einwirkung von Reizen, die direct auf die Substanz des Darms gemacht werden, ist unter Anwendung von Thieren in Kochsalzlösung eine Thatsache bisher unbekannt geblieben. Ihre Auffindung hat mich viel Mühe und Material gekostet. Ich wurde auf dieselbe geführt durch sich widersprechende Resultate, die ich unter scheinbar gleichen Verhältnissen der Reizung erhielt. Sie besteht, kurz angegeben, darin, dass die Erregbarkeit des in Kochsalzlösung liegenden Darms veränderlich ist,

dass sie mit dem längeren Verweilen des Darms in der Lösung in gewissem Sinne zunimmt. Am schärfsten sieht man diesen Unterschied zwischen einem Darm unmittelbar nach dem Verbringen in die Kochsalzlösung und einem solchen, welcher darin 1 Stunde und darüber verweilt hat. Zeichen des Uebergangs von dem einen in den andern Zustand kann man auch in kürzerer Zeit, etwa nach $^1/_2$—$^3/_4$ Stunde bemerken, aber für das Studium jenes Gegensatzes sind nur die erwähnten Grenzzeiten zu empfehlen. Ich gehe nun zur Beschreibung der Wirkungen der einzelnen Reize über.

1. Mechanische Reizung angewandt auf die äussere Fläche des Darmes.

v. Braam Houckgeest[1]) gibt an, dass beim Kneifen oder Kneten des Darms „constant“ locale Contraction der Ringmuskulatur erfolgte, und „gewöhnlich“ darauffolgend Bewegungen, die nach der von ihm gegebenen Schilderung mit den von mir als undulierende bezeichneten identisch sind. Diese Form der mechanischen Reize habe ich gleichfalls angewandt und zwar mit demselben Erfolg; doch hat es mir manchmal unmittelbar nach Eröffnung der Bauchhöhle den Eindruck gemacht, als ob der auf diese Weise zwischen den Fingern gedrückte Darm keine recht deutliche Zusammenschnürung wollte zu erkennen geben, sondern sich zwar blass, aber schlaff zeigte. Es wird also wohl zu dieser Zeit ein beträchtlicherer Druck zur Erzeugung der Einschnürung nothwendig sein. Später habe ich die mechanische Reizung in der Art ausgeführt, dass ich eine Fadenschlinge um den Darm legte und diese gradatim immer fester bis zum vollständigen Schluss zuzog. Ich hoffte dadurch die mechanische Reizung in zu vergleichenden Versuchen in Bezug auf Ausdehnung und Grad gleichmässiger zu machen. Wegen der Kleinheit der betroffenen Stelle liess sich mit Sicherheit nichts über die locale Einschnürung sagen, aber

[1]) l. c. p. 273.

man sah, dass eine vorher ruhige Schlinge in Undulationen verfiel, die nach und nach wieder schwächer wurden. Ob sich die Undulationen nach beiden Seiten der Einschnürung zeigten, darauf habe ich vergessen zu achten; ich habe immer nur die von der Einschnürung abwärts liegende Stelle in Betracht gezogen. Es machte bei diesen Versuchen unmittelbar nach dem Verbringen des Thieres in die Lösung keinen wesentlichen Unterschied, ob die Splanchnici erhalten oder durchschnitten worden waren. Nach Verlauf von einer Stunde und mehr dagegen folgen auf die erwähnten beiden mechanischen Reizungsarten andere Bilder und zwar unabhängig von der Splanchnicussection. Auf einen localen Druck, der auf den Dünndarm in einer der beiden angeführten Formen ausgeübt wird, folgt fast ausnahmslos eine Einschnürung, welche, der von Nothnagel[1]) bei der Reizung mit einem Kochsalzkrystall beschriebenen analog, anfänglich sich local bildet, auf eine kürzere oder längere Strecke gegen das Magenende hin vorschreitet und sich früher oder später wieder löst. Nicht selten kommt die Modification vor, dass die unmittelbar dem Druck nach oben nächste Stelle von der Zusammenziehung ausgeschlossen bleibt, die sich erst aufwärts von jener entwickelt. Dies scheint häufiger aufzutreten, wenn an der von der Zusammenziehung übersprungenen Stelle sich eine kleine, festere Inhaltsportion vorfindet. Auch habe ich gesehen, dass sogar zwei oder drei aufeinanderfolgende Stellen, durch zusammengezogene getrennt, sich ausbildeten und über der letzten erst die längste Strecke der Zusammenziehung lag. Alle diese Verschiedenheiten sind durch weitere Versuche noch aufzuklären. Mit Rücksicht auf diese Erscheinungen sagte ich oben, dass sich mit dem längeren Verweilen des Darmes in Kochsalzlösung seine Erregbarkeit steigert. Alles, was ich über das Verhalten von Darmschlingen gegenüber mechanischen Reizen gesagt habe, gilt nur für den Fall, dass dieselben leer oder doch nicht merklich gefüllt sind und auch stark gefüllte Schlingen sich nicht in nächster Nachbarschaft befinden. Möglich, dass

[1]) Virchow's Archiv Bd. 88 H. 1.

sich an stark gefüllten Schlingen gleich von Anfang an nach dem Verbringen des Thieres in die Lösung die mechanischen Reize, ähnlich wie bei leeren nach längerer Zeit wirklich wirksam erweisen.

Zur Zeit hoher Ausbildung der erwähnten grösseren Erregbarkeit des Darms hat man Gelegenheit zur Lösung der Frage, ob der Mechanismus, welcher die erwähnten Einschnürungen beherrscht, an gewissen Stellen des Darmumfanges localisiert, oder über den ganzen Darmumfang gleichmässig gangelet sei. Es ist das letztere anzunehmen, denn wenn man partielle Querschnitte durch die Darmwand macht und unmittelbar abwärts davon die Reizung vornimmt, so ergibt sich, dass die Fortpflanzung gehindert wird, sobald der Schnitt beiläufig den halben Umfang des Darmes trifft, und dass dies sich stets ereignet, gleichgiltig, ob der Schnitt, an der Mesenterialseite des Darmes oder anderswo geführt wird.

Welches die Ursache der besprochenen Veränderung ist, habe ich nicht ausfindig machen können. Es bleibt unentschieden, ob die physiologische Kochsalzlösung bei längerer Einwirkung jenen Zustand erzeugt, oder ob die allmählige Erkrankung des Thieres in Folge mangelnder Perspiration die Ursache davon ist.[1]) Eine dritte Möglichkeit an die man denken könnte, wäre die, dass das öftere und längere Manipulieren am Darm diesen erregbarer machte; dass dies indess nicht der Fall ist, geht daraus hervor, dass ich in verschiedenen Fällen mich sofort nach Eröffnung der Bauchhöhle von dem Grade der Erregbarkeit des Darmes gegen directe mechanische Reize, wie auch gegen Nervenreizungen überzeugt habe, darauf das Thier ohne jegliche Manipulation am Darm 1 Stunde und länger liegen liess, und nach dieser Zeit eine entschieden vermehrte Erregbarkeit gegen früher

[1]) Eine Entscheidung zwischen diesen beiden Möglichkeiten wird sich auf die Weise treffen lassen, dass man untersucht, wie sich die Erregbarkeit des Darms bei Thieren verhält, die man ohne Eröffnung der Bauchhöhle 1 Stunde und darüber in der Kochsalzlösung gehalten hat.

constatieren konnte. Zum Schluss noch die Bemerkung, dass folgender Versuch das verschiedene Verhalten des Darms zu den erwähnten Zeiten demonstrieren kann. Bringt man den Darm eines Thieres, dessen Bauchhöhle unter physiologischer Kochsalzlösung soeben geöffnet worden ist, — vorausgesetzt dass er keine anormal gefüllten Schlingen zeigt — an die Luft, so bemerkt man an jenem vorzugsweise nur vermehrte undulierende Bewegungen, locale Einschnürungen treten gegen jene zurück. Verfährt man ebenso mit dem Darm, nachdem er etwa eine Stunde in der Salzlösung gelegen hat, so sieht man neben einer Vermehrung der Undulationen eine grössere Anzahl kürzerer oder längerer Strecken in starke Zusammenschnürung verfallen, die, möchte ich etwas übertreibend sagen, in exquisiten Fällen einem Haufen kurzer Spulwürmer gleichen.

2. Electrische Reizung der äusseren Darmoberfläche.

Unter den gegebenen Verhältnissen ist diese Art, den Darm zu reizen, keine zu empfehlende. Bei jedem Versuche stellen sich sofort eine Anzahl Bedenken ein bezüglich der Folgerungen, die man aus beobachteten Erscheinungen zu ziehen gedenkt. Es werden dieselben wohl bis zu einem gewissen Grade zu überwinden sein, aber nach dem zu urtheilen, was ich bei einigen Versuchen gesehen, ist die Hoffnung, auf diese Weise im Anschluss an die bisher in der Physiologie der Darmbewegungen behandelten Fragen wesentlich weiter zu kommen, nicht gross. Mit dem weiteren Vordringen der Forschung wird sich dies vielleicht ändern. Ich habe es aber aus Neugierde nicht unterlassen können, einige, wenn auch unvollkommene Versuche anzustellen.

Behufs einer einigermassen localen Application muss man natürlich die Darmschlingen aus der Flüssigkeit herausheben. Vorwurfsfrei wird dadurch jene nicht, selbst dann nicht, wenn man die Electroden in ganz geringer Entfernung von einander auf die Darmoberfläche aufsetzt, dasselbe um so weniger, je stärkere Ströme in Anwendung kommen. Ein

Hauptübelstand besteht darin, dass durch die beginnende Zusammenziehung des Darms die Stellung der Electroden und die Innigkeit ihrer Berührung mit dem Darm sich ändert, und es nur ein ganz unvollkommenes Auskunftsmittel bleibt, durch Nachrücken mit den Electroden diese in Contact mit dem Darm zu erhalten.

Was ich bei dieser unvollkommenen Art, die Versuche anzustellen, gesehen habe, ist folgendes. Schwächere Ströme geben keine deutliche locale Einschnürung, es scheinen aber vorher nicht bestandene undulierende Bewegungen in der nächsten Umgebung der Electroden aufzutreten oder bestehende sich zu verstärken. Von gewissen Stromstärken an erhielt ich Einschnürungen, die auf die nächste Nachbarschaft der Electroden beschränkt blieben, bei noch stärkeren aber pflanzten sich die Einschnürungen auf Strecken, die bis zu 2 cm. und darüber betrugen, in der Richtung nach dem Magen zu fort. Fast regelmässig aber fand auch eine Fortpflanzung nach der anderen Seite hin statt, doch auf eine kürzere Strecke und meist später beginnend, als die aufwärts ziehende. Diese Eigenthümlichkeiten blieben bestehen, gleichgiltig, ob die Electroden nach der Quere oder nach der Länge des Darms angebracht waren. Trotz der Unvollkommenkeit der Reizmethoden möchte ich aus diesen Erscheinungen, namentlich der letzteren schliessen, dass die gedachten Fortpflanzungen der Einschnürungen eine Eigenthümlichkeit des Darms darstellen und ihrem ganzen Umfang nach nicht von Ausbreitungen des Stromes nach den Seiten von der graden Verbindungslinie der Electroden abhängen; dies um so mehr, als auch hier wie bei der mechanischen Reizung bisweilen bei der Fortpflanzung einer Einschnürung nach oben Stellen übersprungen wurden. Ob die Fortpflanzung der Einschnürung nach unten in der Unvollkommenheit der Methode liegt, oder einen Unterschied der electrischen Reizung gegenüber der mechanischen darstellt, lasse ich dahingestellt. Im Uebrigen ist die bisher angewandte Methode der mechanischen Reizung auch noch so unvollkommen, dass sie nicht die

vorwurfsfreie Behauptung gestattet, es finde abwärts von der gereizten Stelle gar keine Fortpflanzung der Einschnürung statt. Vielleicht lassen längere Zeit andauernde, kräftige, mechanische Reize doch derart etwas erkennen.

Die beschriebenen Erscheinungen sind im Gegensatz zu der bisher geübten Form der mechanischen Reizung an jedem Darm unmittelbar nach Verbringen in die Kochsalzlösung hervorzurufen; und es macht, so weit ich sehe, keinen wesentlichen Unterschied, ob vorher die Splanchnici durchschnitten sind oder nicht. Merkwürdig aber bleibt mir vorerst der Umstand, dass es mir bis jetzt nicht gelungen ist, die für die mechanische Reizung beschriebene Zunahme der Erregbarkeit mit der Zeit auch für die electrische zu constatieren. Die Methode ist aber auch noch zu unvollkommen und die Zahl meiner Versuche zu gering. Uebrigens haben die Versuche an Darmschlingen, die 1 Stunde und mehr in der Kochsalzlösung gelegen haben, mit dem neuen Uebelstand zu kämpfen, dass, sobald man jene behufs electrischer Reizung an die Luft bringt, dieselben sehr leicht durch die Einwirkung der Luft in längere Einschnürungen verfallen.

3. Die Reizung mit Kochsalz.

Nothnagel[1]) hat darauf aufmerksam gemacht, dass, wenn man auf den Peritonealüberzug eines im Kochsalzbade befindlichen Kaninchendarms einen Kochsalzkrystall bringt, eine mehrere Centimeter aufwärts sich fortpflanzende Einschnürung des Darms entstehe. Rockwitz[2]) Floel[3]) und Andere haben diese Beobachtung bestätigt. Jacobj[4]) hat dann die weitere hinzugefügt, dass am Hungerdarm nicht die angeführte Bewegung, sondern nur eine locale ringförmige Einschnürung an der betreffenden Stelle oder auch nur eine Contraction der unmittelbar getroffenen Muskelfasern erfolge,

[1]) l. c.

[2]) Zeitschrift f. Chirurgie Bd. 25 p. 547. 1887.

[3]) Pflüger's Archiv. Bd. 35 p. 157 ff.

[4]) l. c. p. 176 ff.

die nicht auf die ganze Peripherie des Darms sich erstrecke und daher der betroffenen Stelle das Aussehen einer eingezogenen Narbe gebe. Auch ich habe die angeführten Beobachtungen gemacht und kann sie in sofern bestätigen, als jedenfalls beim nicht gehungerten Thier diese Fortpflanzung der Einschnürung leichter hervorzurufen ist, als beim Hungerthier. Ich habe jedoch auch beim Hungerthiere nach längerem Verweilen in der Kochsalzlösung beobachtet, dass beim Auflegen eines Kochsalzkrystalls die Einschnürung sich nicht auf die gereizte Stelle beschränkte, sondern sich auf eine mehrere Centimeter lange Strecke aufwärts fortpflanzte. Aber auch beim nicht gehungerten Thier sind mir Fälle vorgekommen, in denen, namentlich wenn der Versuch bald nach dem Verbringen des Thieres in die Salzlözung und der Eröffnung der Bauchhöhle angestellt wurde, der Erfolg derselbe war, wie ihn Jacobj für das Hungerthier beschreibt. Ein mässiger Füllungszustand des betreffenden Darmtheiles hat keinen massgebenden Einfluss auf das Gelingen oder Versagen des Versuches, nur ist zu bemerken, dass bei gefüllten Schlingen ich wiederholt beobachtet habe, dass an der Stelle des Reizes eine Einschnürung entstand, darüber eine gewisse Strecke übersprungen war und von hier aus nach oben zu eine zweite längere Einschnürung sich gebildet hatte, ähnlich wie dies bei der mechanischen Reizung vorkommt.

Ich habe die Versuche mit der Reizung durch Auflegen eines Kochsalzkrystalls nicht weiter fortgesetzt, da mir die Methode nicht geeignet erschien, prägnante, vergleichbare Resultate über die Erregbarkeitsverhältnisse des Darms zu erhalten, weil es ausserordentlich schwer, wenn nicht unmöglich, erscheinen muss, in zu vergleichenden Versuchen die Reize in jeder Beziehung gleich zu halten.

4. Reizung durch Anfüllung des Darms.

Eine andere Art der directen Reizung, und zwar der mechanischen ist die theilweise plötzliche Füllung des Darms

mit Inhalt. Ich benutzte hierzu eine dünne Stärkekleisterlösung, in einigen Versuchen ohne Zusatz, in anderen schwach angesäuert, oder schwach alkalisch gemacht. Die Hauptwirkung dieser Art von Reizung ist jedoch in der mechanischen Ausdehnung des Darms zu suchen, denn die Injection von physiologischer Kochsalzlösung führt im Grossen und Ganzen zu gleichem Resultat. Den Versuch führte ich folgendermassen aus: Zur Seite des Zinkkastens, in dem das Thier sich unter Kochsalzlösung befand, befestigte ich an einem Gestell etwa 20 cm. über dem Niveau des Bades einen Trichter, in den die einzugiessende Flüssigkeit, die vorher beiläufig auf Körpertemperatur erwärmt war, gefüllt wurde. Von dem Trichter führte ein langes Kautschukrohr in mehreren Windungen auf dem Boden des Zinkkastens entlang und endigte mit einer Hahnkanüle, die in den Darm eingebunden werden konnte. Auf diese Weise konnte man durch Oeffnen des Hahns beliebige Mengen in den Darm einlaufen lassen, die in den Windungen des Schlauches immer auf Körpertemperatur gehalten wurden. Die eingegossenen Mengen waren verschieden, sie schwankten zwischen 30 und 50 ccm. Die Eingiessungen wurden in die verschiedensten Darmparthieen gemacht, sowohl ins Duodenum, wie auch ins Jejunum und Ileum. Niemals war der Darm abwärts von der Einbindungsstelle unterbunden; es waren also für die Fortbewegung des Inhaltes nur die Widerstände vorhanden, welche aus der natürlichen Schlingenanordnung hervorgehen.

Wenn ich nun in der beschriebenen Weise vorging, so beobachtete ich, dass, einerlei ob die Splanchnici durchschnitten worden waren oder nicht, bald nach dem Einfluss der Flüssigkeit eine spulwurmförmige Einschnürung des Dünndarms unterhalb der Injectionsöffnung entstand, die sich afterwärts fortpflanzte. Man begreift, dass wegen der verschiedenen Reizbarkeit, der Weite des Darmes und der Verschiedenheit der Widerstände in den Schlingen bei verschiedenen Thieren verschieden grosse Flüssigkeitsmengen bis zum Eintritt der genannten Bewegung in den Darm einfliessen. Der Versuch

stellt nichts anderes dar, als was man nach abnorm reichen Entleerungen des Magens in das Duodenum sieht, wie ich oben S. 16 einen Fall angegeben habe.

Die Strecke, über die sich diese Bewegung fortpflanzte, war verschieden und schien in einigen Fällen von der Consistenz der eingegossenen Flüssigkeit in sofern abzuhängen, als die Einschnürung sich so lange fortpflanzte, bis durch Vertheilung des eingegossenen Inhalts auf grössere Darmabschnitte die abnorme Ausdehnung des Darms gemildert ist, was natürlich bei dünnflüssigem Inhalt etwas schneller möglich ist als bei consistenterem.

Ist die erwähnte Bewegung vorüber, dann sieht man an den gefüllten Schlingen noch lebhafte Undulationsbewegungen, durch welche der Inhalt allmählig vorrückt.

Nerveneinflüsse auf die Darmbewegungen.

Ich spreche hier vom Vagus; der Splanchnicus kommt nur nebenbei in Betracht.

Schon vor den Zeiten der Untersuchung der Darmbewegungen unter physiologischer Kochsalzlösung hat Stilling[1]) auf den N. vagus als den motorischen Nerven des Darms hingewiesen; später sind seine Beobachtungen durch Budge,[2]) Wolf[3]) u. A. ergänzt worden, während andere Forscher wie z. B. Nasse,[4]) Mayer und v. Basch[5]) widersprechende Angaben machten. Von Angaben über die Wirkung der Vagi auf die Darmbewegungen nach Einführung der Kochsalzlösung liegen folgende vor:

1. Die Vagierregung giebt ohne vorherige Splanchnicussection, ohne Unterbindung des Duodenum an nicht dem Hunger absichtlich ausgesetzten Thieren wechselnde Resultate; bald bleibt der Darm in dem vorher bestehenden

[1]) Archiv f. d. ges. Medizin 1843 Bd. IV. p. 451.
[2]) Wagners Handwörterb. d. Physiologie 1846 B. III p. 422.
[3]) De functionibus nervi vagi In.-Diss. Berlin 1856.
[4]) Beitr. z. Physiologie d. Darmbewegungen Lpzg. 1866 p. 21.
[5]) Wiener Sitzungsberichte 1870 Bd. 62, Abth. 2. p. 823.

Zustande, bald entstehen nur vermehrte Undulationsbewegungen (Pendelbewegungen), bald sich abwärts am Darm fortpflanzende Verengerungen, welche auch Rollbewegungen genannt worden sind (van Braam Houckgeest.) Ueber die Entstehungsursachen spricht sich der Autor nicht bestimmt aus.

Dieselbe Erregung giebt nach vorheriger Splanchnicusdurchschneidung bei gleichen übrigen Umständen stets vermehrte Undulationsbewegungen und Rollbewegungen (Derselbe).

3. Bei Hungerthieren mit unterbundenen Duodenum hat die Vagierregung ohne vorhergehende Splanchnicussection keinen Erfolg. Sind die Splanchnici vorher durchschnitten, so können beide Formen der Darmbewegungen erhalten werden (Jacobj).

Nach meinen Erfahrungen enthalten diese Angaben keine wesentlichen Irrthümer, aber sie sind theils ungenau, theils unvollständig, und bedürfen daher weiterer Erläuterung und Ausführung, indem man bei Versuchen, dieselben zu bewahrheiten, auf Fälle stossen kann, die sich mit den zusammengestellten Angaben nicht vollkommen decken.

1. Der Inhalt des ersten Satzes ist wahr, aber es ist näher zu untersuchen, von welchen Umständen es abhängt, dass man das eine oder andere Resultat erhält. Nach meinen Beobachtungen wird der Erfolg ausser durch den nicht controllierbaren, individuellen Erregungszustand des Darms, durch den Grad des Füllungszustandes des Darms, durch die Art der Entstehung desselben und die Zeit der Anstellung des Versuches bedingt. Es wird nämlich bei der Vagusreizung unter den angegebenen Bedingungen auf gar keine oder eine kaum merkbare Veränderung des vorher bestehenden Bewegungszustandes zu rechnen sein, wenn bei der Reizung kein Inhalt aus dem Magen in das Duodenum tritt, die Darmschlingen möglichst wenig Inhalt führen und der Versuch verhältnissmässig früh nach dem Verbringen des Thieres

in die Kochsalzlösung ausgeführt wird. Ein ruhender Darm wird in Undulationsbewegung verfallen, der sich noch eine Einschnürung zugesellen kann, oder ein Darm, der vorher nicht in Ruhe war, wird nur eine Vermehrung der Undulationen eventuell gleichfalls mit Einschnürung aufweisen, wenn der Darm einen gewissen Grad der Füllung zeigt und die Reizung erst nach einer Stunde oder später ausgeführt wird. Es ist keine absolut nothwendige Bedingung, dass dabei Inhalt aus dem Magen austrete, denn ich habe die angeführte Erscheinung (mit sich fortpflanzender Einschnürung) trotz vorheriger Unterbindung des Duodenums bei später[1]) Reizung gesehen. Noch sicherer kann man auf beide Erscheinungen rechnen, ja sogar bei früher Reizung, wenn bei dieser eine grössere Menge von Mageninhalt in das Duodenum tritt. In einem solchen Falle ist aber besonders zu ermitteln ob eine fortschreitende Einschnürung ihre Entstehung der alleinigen Inhaltergiessung in das Duodenum, oder der fortdauernden Reizung nach dem Uebertritt verdankt. Zu dieser Prüfung wird man durch folgenden Versuch gemahnt:

Bei einem nicht gehungerten, mittelgrossen Kaninchen wurden die Vagi aufgesucht, behufs Reizung Fäden um dieselben geführt und eine Trachealfistel angelegt. Nach dem Verbringen ins Salzbad wurde die Bauchhöhle geöffnet und eine Hahnkanüle nach der oben (S. 25) beschriebenen Weise ins Duodenum eingebunden, und darauf neutrale Stärkelösung zulaufen lassen. Gleich im Anschluss an die Eingiessung entstand eine spulwurmförmige, sich abwärts fortpflanzende Einschnürung. Ich wartete eine Zeit lang, um zu sehen, ob sich nicht eine ähnliche Bewegung von selbst wiederholen würde. Da dies nicht der Fall war, so wurde der Vagus gereizt, und von neuem entstand eine Einschnürung. Am Jejunum darauf bei gleichem Vorgehen derselbe Erfolg.

[1]) Wenn hier und im Folgenden von „später Reizung“ die Rede ist, so ist damit immer die Zeit nach Verlauf von einer Stunde und mehr gemeint.

Man sieht also, dass die Vagireizung bei ungewöhnlichem Füllungszustand des Darms zu starken Einschnürungen desselben führen kann. Wenn nun bei nicht unterbundenem Duodenum bei Vagireizung Einschnürungen am Darm entstehen, so kann davon die Ursache liegen einmal in einer ungewöhnlichen Ergiessung des Mageninhalts ins Duodenum, die schon an und für sich nach S. 25 die erwähnte Bewegung hervorrufen kann, dann aber auch in dem Einfluss des Vagus auf die bereits angefüllten Schlingen. Van Braam-Houckgeest hat dies wohl angedeutet, aber er hat nicht bewiesen, dass jeder der beiden Umstände für sich allein zu gleichem Resultat führen kann.

Dass bei gefüllten Darmschlingen die Vagierregung auch ohne vorgängige Splanchnicussection den beschriebenen Erfolg haben kann, lässt sich möglicherweise darauf zurückführen, dass durch die ungebührliche Ausdehnung des Darms die Leitung des Splanchnicus in seiner Endverbreitung unterbrochen wird; denn dass der letztere Nerv als ein Hemmungsnerv für die Vagierregung anzusehen ist, steht wohl, besonders nach den Versuchen von Jacobj, fest. Es wird durch diese Annahme auch begreiflich, dass man bei gefüllten Schlingen ohne Splanchnicussection bei der Vagusreizung auch Undulationsbewegungen in frühen Zeiten erhalten kann. Möglicher Weise ist auch der oben S. 16 erwähnte Fall bei der Dyspnoë so zu deuten. Man könnte annehmen, dass durch eine starke centrale Vagierregung die dadurch hervorgerufenen Undulationsbewegungen sich zufällig so combiniert hätten, dass einzelne stärker gefüllte Schlingen entstanden wären, an denen dann die fortdauernde Vagierregung auch noch Einschnürungen hervorgerufen hätte.

2. Der zweite Satz kann in der ihm gegebenen Fassung nicht aufrecht erhalten werden; denn unter der Voraussetzung, dass der Dünndarm wenig gefüllt ist, beim Versuch kein Mageninhalt in denselben eintritt und die Reizung in früher Zeit vorgenommen wird, bekommt man nur Undulationen resp. Vermehrung derselben aber nicht mit fortschreitenden

Einschnürungen verbunden; die letzteren stellen sich unter diesen Bedingungen erst bei später Reizung ein; denn ich habe nach Unterbindung des Duodenums unmittelbar bei Anfang des Versuches keine Rollbewegung gesehen, wohl aber bei später Reizung. Um diese Beobachtung zu machen, thut man am besten, die Nn splanchnici vor Einbringung des Thieres in die Kochsalzlösung von hinten her zu durchschneiden, so dass man, sobald das Thier ins Bad verbracht worden ist, die Reizung vornehmen kann.

3. Der dritte Satz ist gleichfalls in der ihm gegebenen Allgemeinheit nicht richtig. Die Einschnürung nach Durchschneidung der Splanchnici erhält man mit Sicherheit erst bei später Reizung; ab und zu kann man sie allerdings früher erhalten, namentlich wenn man die Ströme sehr stark nimmt, oder wenn der Darm des gewählten Hungerthieres noch Inhalt enthält. Andererseits kann man beim Hungerthier mit nicht durchschnittenem Splanchnicis nach Abbindung des Duodenum durch Vagusreizung vermehrte Undulationen und in einzelnen Fällen auch Einschnürungen erhalten, nämlich dann, wenn man die Reizung in das Stadium hoher Empfindlichkeit des Darms verlegt. Zum Beweis der letzteren Behauptung führe ich folgenden Fall an.

Bei einem mittelgrossen Kaninchen, das 6 Tage gehungert hatte, wurde der Vagus zur Reizung vorbereitet, dann das Thier ins Salzbad gebracht, die Bauchhöhle geöffnet und das Duodenum unterbunden. Sofort unternommene Vagusreizung bis zu 110 mm Rollenabstand gab nur undeutliche Vermehrung der Undulationen Darauf wurde nahezu eine Stunde pausiert; wiederholte Reizung nach dieser Zeit ergab bei 150 mm Rollenabstand starke Undulationen und spulwurmförmige Einschnürungen.

Ich bemerke, dass die Einschnürungen in der Regel nicht sogleich im Beginn der Vagusreizung auftreten, sondern erst bei einer etwas längeren Fortsetzung derselben, bis die Undulationsbewegungen lebhaft längere Zeit angedauert haben. Die von Jacobj gewählten Reizzeiten (bis zu 30 Secunden)

deuten diesen Einfluss gleichfalls an, aber er hebt denselben nicht ausdrücklich hervor.

Wenn man bedenkt, einerseits dass beim Hungerthier kurze Zeit nach der Splanchnicussection man durch Vagusreizung schon vermehrte Undulationen und sogar in einzelnen Fällen Einschnürungen erhalten kann, anderseits dass bei eben demselben ohne Splanchnicussection in später Zeit dasselbe sich ereignet, so kann man daran denken, dass die Kochsalzlösung mit der Zeit die Enden des Sympathicus im Darm abtöte, ohne durch diese Annahme die gesammten Veränderungen des Darmes durch jene Lösung verständlich machen zu wollen, was wegen der oben S. 18 ff gemachten Bemerkungen über die Veränderungen der Erregbarkeit gegenüber mechanischen Reizen nicht erlaubt wäre.

Die sämmtlichen vom Vagus aus zu erzielenden Darmbewegungen dürfen nicht auf eine Veringerung des Kreislaufs in dem Darme bezogen werden, da nach den oben S. 12 ff angeführten Beobachtungen ich mit Anderen läugne, dass die Sistierung des Kreislaufs eine Erregungsursache für die Darmbewegungen bildet. Man würde dies aber auch auf verschiedene Arten direct beweisen können.

Bezüglich des Vagus ist noch die Frage zu berühren, auf welchem Wege die Fasern dieses Nerven an den Darm herantreten. Aus den durch Jacobj bekannt gewordenen Versuchen, dass nach Abbindung des Duodenums vom Magen die Vaguseinwirkungen auf die Darmbewegungen noch beobachtet werden können, folgt, dass jedenfalls ein Theil der für die Gedärme bestimmten Vagifasern nicht über den Magen und von da längs des Darms zieht. Es lässt sich nun noch weiter beweisen, dass im ganzen Verlauf des Darms an verschiedenen Stellen die Vagifasern vom Mesenterium her von einander getrennt an den Darm herantreten. Wenn man nämlich an verschiedenen Stellen den Darm durch Ligaturen, die möglichst scharf zuzuziehen sind, in eine Anzahl von einzelnen Stücken theilt, so gibt die Vagierregung

nach Splanchnicisection Bewegungen an den einzelnen von einander getrennten Abtheilungen.

Zwei Beispiele mögen dies kurz erläutern. Bei dem ersten handelte es sich um ein Kaninchen, das 6 Tage gehungert hatte. Die Splanchnici waren vor dem Einbringen in das Salzbad von hinten durchschnitten. Nach Eröffnung der Bauchhöhle zeigte sich der Darm nahezu leer, doch in keiner Abtheilung vollständig in Ruhe. Es wurde nun das Duodenum 4 cm. unterhalb des Pylorus abgebunden und drei weitere Ligaturen um den Dünndarm in einer Entfernung von 17—35—75 cm. unterhalb der ersten geführt und fest zugezogen. Vagusreizung mit 140 mm. Rollenabstand ergab in allen drei abgeschnürten Stellen starke undulierende Bewegungen und spulwurmförmige Einschnürungen.

In dem zweiten Falle wurden bei einem nicht gehungerten Kaninchen die Splanchnici nach Eröffnung der Bauchhöhle und Abbindung des Duodenums durchschnitten. Darauf wurden Ligaturen um den Dünndarm in den Entfernungen von 108 162 -221 cm. vom Pylorus gelegt und ausserdem das untere Ende des Ileums unterbunden. Vagusreizung ergab auch in diesem Falle starke undulatorische Bewegungen und Einschnürungen in allen abgeschnürten Abtheilungen des Dünndarms.

Diese Vertheilungsart am Darm konnte man nach den vorliegenden anatomischen Untersuchungen wahrscheinlich finden.[1])

Ausser dem Dünndarm habe ich auch das Coecum und vom übrigen Dickdarm wenigstens die oberen Abtheilungen sich bei Vagusreizung zusammenziehen sehen, doch recht deutlich meistens erst bei stärkeren Strömen.

[1]) Vergl. Z B. J. Kollmann: Ueber den Verlauf des Lungenmagennerven in der Bauchhöhle. Leipzig 1860, p. 12 ff.